



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Název projektu: Mezinárodní centrum pro informaci a neurčitost

Registrační číslo: CZ.1.07/2.3.00/20.0060

Zpráva z účasti na stáži

Datum konání stáže:	5. 8. 2013 – 28. 9. 2013
Navštívené pracoviště:	University of Innsbruck, Rakousko
Zahraniční garant:	Prof. Gregor Weihs
Účastník stáže:	Mgr. Ivo Straka

Stručný popis navštíveného pracoviště

Výzkumná skupina profesora Weihse působí na Innsbrucké univerzitě od roku 2008. Své výzkumné aktivity zaměřuje především na optiku nanostruktur a interakce záření s látkou. Skupina již dosáhla výsledků ve formě publikací na téma spektroskopie polaritonů, časové korelace fotonů emitovaných kvantovou tečkou a realizace sagnacovského pulzního zdroje entanglovaných fotonů.

Skupina prof. Weihse má v současnosti 3 vědecké pracovníky (Kaisa Laiho, Ana Predojević a Zoltán Vörös), 6 doktorandů a 4 studenty.

Průběh stáže

Na úvod stáže jsem byl seznámen s experimentálními aktivitami vedenými dr. Predojević. Má práce se týkala dvou projektů. Prvním z nich bylo autokorelační měření sagnacovského zdroje fotonů pro společnou publikaci Katedry optiky PřF UP a skupiny fotoniky UIBK. Na tomto projektu jsem spolupracoval se studentem Lorentzem Butschekem. Druhým projektem bylo vybudování temných excitonů v kvantové tečce, která je součástí experimentu doktoranda Tobiaše Hubera.

Sagnacovský zdroj entanglovaných fotonů využívá optických pulzů na vlnové délce 405 nm ke generaci párů fotonů o vlnové délce 810 nm, které jsou kvantově provázány v polarizaci. Optické čerpání je rozděleno na polarizačním děliči tak, aby čerpalo nelineární krystal PPKTP v superpozici dvou protichůdných souosých směrů. Krystal je tepelně sladěn na spontánní parametrickou sestupnou konverzi typu II. U jednoho směru je pootočena polarizace generovaných párů pomocí půlvlnné destičky tak, aby se po interakci na polarizačním děliči

oba fotony nacházely v kvantově provázaném stavu. Takový zdroj lze využít v konfiguraci heraldovaného zdroje jednoho fotonu, jehož neklasické vlastnosti jsou předmětem současného výzkumu. Pomocí autokorelačního měřicího schématu lze estimovat, zda generovaný stav lze vyjádřit jako klasickou směs gaussovských stavů. Výsledky budou srovnány s ostatními typy zdrojů ve společné publikaci.

Kvantová tečka se nachází ve vzorku s mikrokavitou tvořenou polovodiči InAs/GaAs. Jde o nerovnost na rozhraní dvou polovodičů na škále nanometrů, která je lokalizovaná ve všech rozměrech. Při teplotách blízkých absolutní nule se chová jako kvantová jáma pro elektron-děrové páry (excitony), které lze vybudit v kvantových stavech s různou četností a rekombinační energií. Použitím vhodné rekombinační kaskády lze kvantovou tečku využít jako zdroj heraldovaného jednoho fotonu. Protože nelze vybudit více excitonů do jednoho kvantového stavu, postrádá generovaný stav systémový vícefotonový příspěvek přítomný u zdrojů na bázi nelineární konverze.

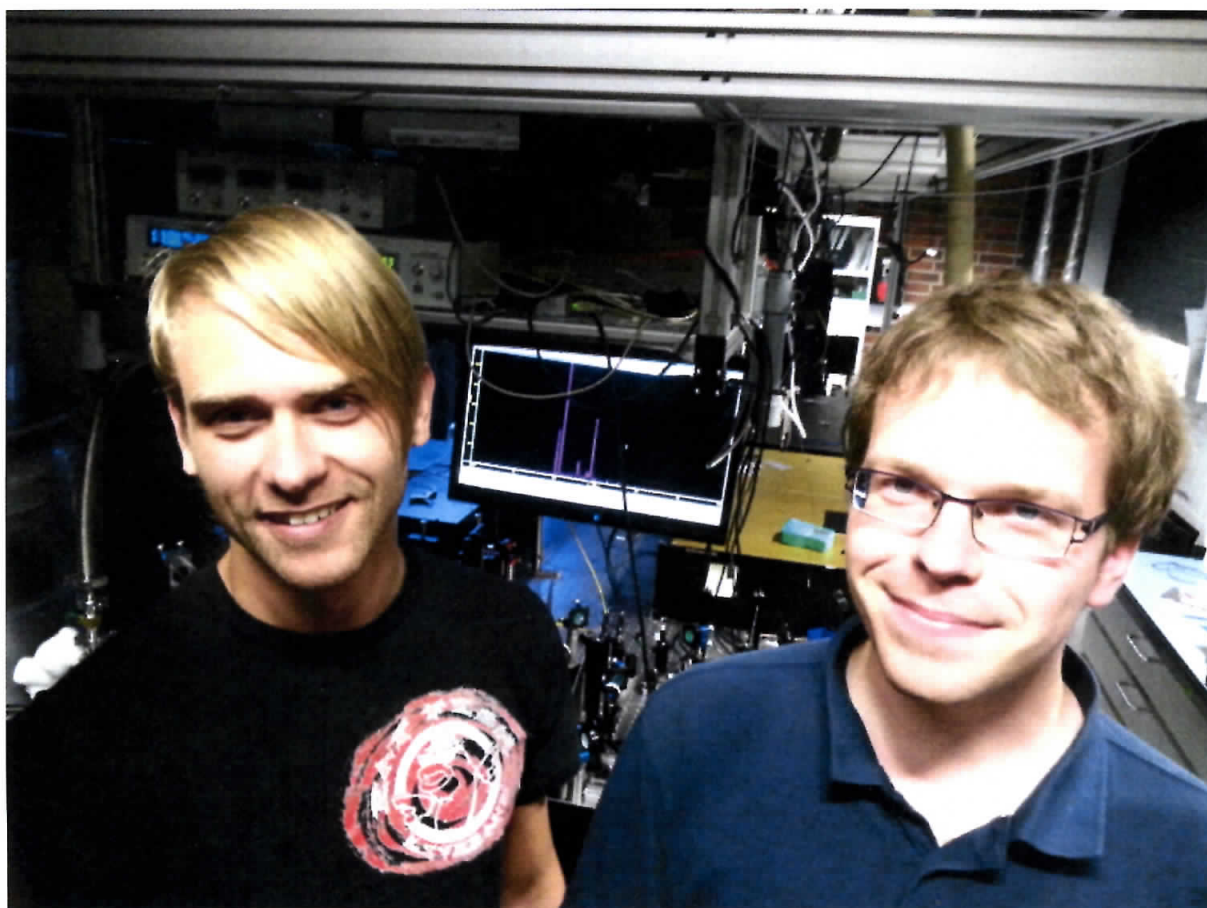
Existuje kvantový stav excitonu, který do základního stavu přechází nezářivě, tzv. temný exciton. Teoreticky jej lze vybudit ze základního stavu dvoufotonovým stavem čerpání. U některých z těchto temných excitonů dojde k otočení spinu a změně na jasný exciton, který již rekombinuje zářivě a je možné jeho přítomnost opticky detekovat. Mým cílem bylo připravit čerpání na takové vlnové délce, která je k vybudění temných excitonů potřeba. Využil jsem optického parametrického oscilátoru, který umožňuje pomocí parametrické konverze v rezonátoru generovat silný laserový svazek o libovolné centrální vlnové délce. Protože je energie temného a jasného excitonu téměř totožná, bylo třeba detekovat záření o poloviční vlnové délce, než jakou mělo čerpání. To jsme sice zaznamenali, ale toto záření bylo přítomno i při odstranění tečky z ohniska mikroskopu. Přisoudili jsme jej tedy generaci druhé harmonické složky v polovodiči, který vykazuje určitou nelinearitu. Generace a detekce temných excitonů bude předmětem dalšího výzkumu.

Další aktivity

Ve skupině prof. Weihse jsem se účastnil pravidelných schůzek a porad skupiny a také přednášek pořádaných návštěvníky. V rámci jednodenní exkurze jsem navštívil laboratoře prof. Grimma a prof. Blatta a diskutoval o realizovaných projektech na poli ultrachladných atomů, kvantového zpracování informace s ionty a integrovaných pastí.

Shrnutí stáže

Stáž navázala na dosavadní spolupráci se skupinou prof. Weihse a na odborné stáže ostatních pracovníků Katedry optiky. Výsledky stáže budou využity v připravované vědecké publikaci. Během stáže jsem se seznámil s fyzikálními principy i experimentálními aspekty kvantových teček, které je třeba chladit kapalným héliem na teplotu 5 K a opticky k nim přistupovat mikroskopickými objektivy, což je technicky náročné. Dále jsem měl možnost pracovat s nejnovější technologií generace entanglementu a získat tak zkušenosti pro vlastní výzkum v oblasti zdrojů neklasického světla. Tyto nové poznatky budou dále prezentovány formou odborných seminářů.



Obrázek 1: Fotografie z laboratoře prof. Weihse. Na snímku jsou zleva Tobias Huber a Ivo Straka. V pozadí je vidět experiment s kvantovou tečkou a naměřeným emisním spektrem na obrazovce. Zajímavostí je bílá námraza na vývodu tekutého hélia (levý okraj snímku).

Handwritten signature in blue ink.